

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Электронного обучения

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электрических сетей и электротехники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Проект реконструкции подстанции 220/110/10 кВ Парабель</b>
<u>УДК 621.311.4.001.6-043.96(571.16)</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-5А13	Овчинников Дмитрий Михайлович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭСиЭ	Хохлова Т.Е.	К.Т.Н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Коршунова Л.А.	К.Т.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и БЖД	Бородин Ю.В.	К.Т.Н., доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭСиЭ	Прохоров А.В.	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Электронного обучения

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электрических сетей и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      \_\_\_\_\_ (Дата)      Прохоров А.В.  
(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

<b>бакалаврской работы</b>
----------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A13	Овчинникову Дмитрию Михайловичу

Тема работы:

<b>Проект реконструкции подстанции 220/110/10 кВ Парабель</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.02.2016 № 1025/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	– паспорт ПС 220/110/10 кВ Парабель; – нормальная схема электрических соединений ПС.
---------------------------------	---

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– описание объекта;</li> <li>– обоснование необходимости реконструкции подстанции;</li> <li>– расчёт электрических нагрузок и общей мощности подстанции;</li> <li>– выбор и проверка оборудования и аппаратуры;</li> <li>– технико-экономические расчёты;</li> <li>– производственная и экологическая безопасность;</li> <li>– анализ результатов выполненной работы</li> </ul>
<b>Перечень графического материала</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– схема электрических соединений 220/110/10 кВ Парабель до и после реконструкции;</li> <li>– презентация.</li> </ul>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Социальная ответственность</b>	Доцент, кандидат технических наук Бородин Юрий Викторович
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Доцент, кандидат технических наук Коршунова Лидия Афанасьевна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
нет	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭСиЭ	Хохлова Т. Е.	к. т. н. доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A13	Овчинников Дмитрий Михайлович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА**  
**«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,**  
**РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A13	Овчинникову Дмитрию Михайловичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	Электрических сетей и электротехники
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- стоимость материалов и оборудования; - квалификация исполнителей; - трудоёмкость работы.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- нормы амортизации; - размер минимальной оплаты труда.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- отчисления в социальные фонды.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- формирование вариантов решения с учётом научного и технического уровня
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	- планирование выполнения проекта; - расчёт бюджета на проектирование; - расчёт капитальных вложений в основные средства.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- определение научно-технической эффективности
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей):	График проведения НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коршунова Лидия Афанасьевна	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A13	Овчинников Дмитрий Михайлович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-5A13	Овчинникову Дмитрию Михайловичу

<b>Институт</b>	<b>Электронного обучения</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Электрических сетей и электротехники</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Бакалавр</b>	<b>Направление</b>	<b>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</b>

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>Электроэнергетический объект, подстанция Парabelь 220/110/10 кВ.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>Были рассмотрены различные нормативы, стандарты, строительные нормы и правила, ГОСТ 12.0.002-80, ПУЭ 85, СТО 56947007-29.240.10.028-2009 п.16.4.7., СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, СНиП 23-03-2003 п.7.7., П-89-80*, 2.05.02-85*, 23-01-99, 2.01.07-85, Закона РФ N 426-ФЗ от 28.12.13г., №421-ФЗ, Трудовой Кодекс РФ.</p>

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>В качестве основных вредных факторов проектируемой производственной среды, было решено рассмотреть воздействие шума освещения, несоответствие параметров микроклимата</p>
<p>2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаро- и взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаро-</li> </ul>	<p>В качестве основного выявленного опасного фактора проектируемой производственной среды была выбрана электробезопасность,</p>

тушения)	
<p>2. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>Наиболее вероятными чрезвычайными ситуациями на подстанции могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пожары</li> <li>– взрывы</li> </ul>
<p>3. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Влияние подстанций на окружающую среду.</p> <p>Произведен</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– выбросы в атмосферу.</li> </ul> <p>Влияние подстанций на окружающую среду.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Закона РФ №7-ФЗ от 12.01.2002г.;</li> <li>– Закона РФ №122-ФЗ от 22.08.2004,</li> <li>– Закона РФ №52 от 30.03.1999г</li> <li>– Закона РФ №89-ФЗ от 24.06.98г;</li> <li>– СНиП 23-01-99 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03</li> </ul>
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Бородин Ю. В.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A13	Овчинников Дмитрий Михайлович		

**Результаты обучения**  
**профессиональные и общекультурные компетенции**  
**по основной образовательной программе подготовки бакалавров**  
**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»,**  
**профиль «Электроэнергетические системы и сети»**

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения</b>	<b>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</b>
<i>Профессиональные</i>		
<b>Р 1</b>	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электроэнергетических систем и электрических сетей.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (1.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>Р 2</b>	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетических систем и сетей, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.	Требования ФГОС (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (2.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>Р 3</b>	Уметь проектировать электроэнергетические системы и электрические сети.	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-3, ПК-4, ПК-9), <i>CDIO Syllabus</i> (4.4), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>Р 4</b>	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов электрических сетей энергосистем, а также энергосистемы в целом, интерпретировать данные и делать выводы.	Требования ФГОС (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-12, ПК-14, ПК-15), <i>CDIO Syllabus</i> (2.2), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>Р 5</b>	Применять современные методы и инструменты	Требования ФГОС

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
	практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетических систем и электрических сетей.	(ОПК-2, ПК-11, ПК-13, ПК-18), <i>CDIO Syllabus</i> (4.5), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>Р 6</b>	Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической отрасли, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.	Требования ФГОС (ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8 ПК-9, ПК-16, ПК-17), <i>CDIO Syllabus</i> (4.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные</i>		
<b>Р 7</b>	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетических систем.	Требования ФГОС (ПК-20, ПК-19, ПК-21), <i>CDIO Syllabus</i> (4.3, 4.7, 4.8), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>Р 8</b>	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в области электрических сетей энергосистем.	Требования ФГОС (ОК-5, ОПК-1, ПК-2), <i>CDIO Syllabus</i> (3.2, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>Р 9</b>	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области электроэнергетических систем и сетей.	Требования ФГОС (ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (3.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>Р 10</b>	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (2.5), Критерий 5



Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
		АИОР (п. 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>Р 11</b>	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетических систем и сетей с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.	Требования ФГОС (ОК-4, ОК-8, ОК-9, ПК-3, ПК-4, ПК-10), <i>CDIO Syllabus</i> (4.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>Р 12</b>	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области электроэнергетических систем и сетей.	Требования ФГОС (ОК-7, ОК-8), <i>CDIO Syllabus</i> (2.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Электронного обучения

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования Бакалавр

Кафедра Электрических сетей и электротехники

Период выполнения весенний семестр 2015 /2016 учебного года

Форма представления работы:

<b>бакалаврская работа</b>
----------------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Техническое задание на разработку проекта реконструкции подстанции 220/110/10 кВ Парабель.	10
	Введение. Анализ исходных данных по ПС 220/110/10 кВ Парабель. Обоснование необходимости реконструкции.	25
	Расчёт электрических нагрузок и общей мощности подстанции; выбор и проверка оборудования и аппаратуры.	30
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	Социальная ответственность	15
	Заключение. Список использованных источников	5
	Выполненный дипломный проект	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭСиЭ	Хохлова Т. Е.	к.т.н., доцент		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭСиЭ	Прохоров А.В.	к.т.н.		

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ 12.0.002-80. Система стандартов безопасности труда

ГОСТ 15150-69. Исполнение для различных климатических районов

ГОСТ 9920-89. Электроустановки переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Длина пути утечки внешней изоляции

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.029-80. Средства и методы защиты от шума

ПУЭ. Правила устройства электроустановок

СТО 56947007-29.240.10.028-2009. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов

СНиП 23-03-2003. Защита от шума

Закона РФ N 426-ФЗ. Федеральный закон о специальной оценке условий труда

					ФЮРА. 130302.006 ПЗ		
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ		
<i>Разраб.</i>		Д.М.Овчинников.					
<i>Руковод.</i>		Т.Е. Хохлова					
<i>Реценз.</i>							
<i>Консульт.</i>							
					ТПУ ИнЭО, зр. 3-5А13		

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ЭЭС – электроэнергетическая система;  
 ПС – подстанция;  
 ОРУ – открытое распределительное устройство;  
 ЗРУ – закрытое распределительное устройство;  
 ВЛ – воздушная линия;  
 ВЛЭП – воздушная линия электропередачи;  
 ЛР – лабораторный реактор;  
 ВН – высокое напряжение;  
 СН – среднее напряжение;  
 НН – низкое напряжение;  
 АПВ – автоматическое повторное включение;  
 АТ – автотрансформатор;  
 ТТ – трансформатор тока;  
 РЗиА – релейная защита и автоматика;  
 РЗ – релейная защита;  
 МТЗ – максимальная токовая защита;  
 КЗ – короткое замыкание;  
 ТСН – трансформатор собственных нужд;  
 ЧС – чрезвычайная ситуация;  
 СИЗ – средство индивидуальной защиты;  
 МП – магнитное поле;  
 ПУЭ – правила устройства электроустановок;  
 НТД – нормативно-техническая документация.

					ФЮРА. 130302.006 ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
Разраб.		Овчинников Д.М.			ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ		
Руковод.		Т.Е. Хохлова					
Реценз.							
Консульт.							
					Лит.	Лист	Листов
					ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А13		

## РЕФЕРАТ

Работа содержит 73 листов, 13 рисунков, 21 таблицы, 23 используемых источника.

Ключевые слова: подстанция, трансформатор, нагрузка, мощность, выключатель, ток короткого замыкания, разъединитель.

Объектом исследования является подстанция Парабель 220/110/10 кВ.

Цель исследования – разработка проекта по реконструкции подстанции Парабель.

В процессе работы исследования проведен выбор и расчетная проверка основного электротехнического оборудования. В результате проведенного исследования было выявлено, что реконструкция подстанции приведет к улучшению экономических показателей соответственно повышению надежности оборудования и качества передаваемой электроэнергии.

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе *Microsoft Word 2010* и представлена на CD-R (в конверте на обороте обложки). Расчеты производились при помощи *MathCad 15*.

					ФЮРА. 130302.006 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	РЕФЕРАТ			
Разраб.	Д.М.Овчинников							
Руковод.	Т.Е. Хохлова							
Реценз.								
Консульт.								
					ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А13			

## ВВЕДЕНИЕ

Энергетика - область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность естественных и искусственных подсистем, которые служат для преобразования, распределения и использования энергоресурсов всех видов. Цель энергетики - обеспечение производства энергии путём преобразования первичной во вторичную (электрическую или тепловую энергию).

Электрическая сеть — совокупность подстанций, распределительных устройств, линий электропередачи, предназначенная для передачи и распределения электрической энергии. Электрическая сеть обеспечивает возможность выдачи мощности электростанций, её передачи на расстояние, преобразование параметров электроэнергии (напряжения, тока) на подстанциях и её распределение по территории вплоть до непосредственных электроприёмников.

За последние два десятилетия, благодаря техническому прогрессу в производстве оборудования для электроэнергетики, появились новые типы высоковольтных выключателей, измерительных трансформаторов тока и напряжения; разработаны и выпускаются нелинейные ограничители перенапряжения, новые микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики.

Внедрение современного оборудования при проектировании новых реконструкции существующих подстанций вносит новые требования в части электромагнитной совместимости, внедрение быстродействующих защит.

Перед эксплуатирующими и обслуживающими организациями электрической системы стоит главная цель: бесперебойное электроснабжение потребителей качественной электроэнергией.

					ФЮРА. 130302.006 ПЗ							
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								
Разраб.		Овчинников Д.М.			ВВЕДЕНИЕ				Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Т.Е. Хохлова										
Реценз.												
Консульт.												
					ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А13							

К выполнению этой цели необходимо подходить комплексно, например:

- 1) строить новые трансформаторные подстанции с установкой более мощных трансформаторов;
- 2) проводить замену деревянных опор на железобетонные;
- 3) проводить замену голого провода на самонесущий изолированный провод;
- 4) проводить замену кабельных линий на кабельные линии с изоляцией из сшитого полиэтилена, что почти в 2 раза увеличивает срок их службы и пр.

Все эти мероприятия помогают увеличить срок службы электрических сетей, уменьшить потери в линиях электропередач и выполнить обязательства перед потребителями.

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДСТАНЦИИ ПАРАБЕЛЬ 220/110/10 кВ

## 1.1 Общие сведения

Административно район реконструируемого объекта расположен в п. ПарABELь, ПарABELьского района, Томской области, входит в ОАО «ФСК ЕЭС». ПС была построена в 1964 году.

Подстанция является системообразующей, понижающей и транзитной.

## 1.2 Описание электрической части подстанции

На подстанции установлено три трехфазных двухобмоточных силовых трансформатора мощностью 63 МВА типа АТДЦТГН-63000/220/110/10. Трансформаторы работают в режиме с изолированной нейтралью.

Питание подстанции осуществляется по двум воздушным линиям ЛЭП 220 кВ ЧП 223 и ЧП 233 с юга. Указанные линии выполнены проводом АС-240 протяженностью 120 км.

ОРУ 220 кВ запитано через линейные разъединители ЛР 220 кВ ЧП 223 и ЧП 233 типа РНДЗ -220 кВ с ручным приводом ПРН 220. Ору 220 кВ подстанции подразнено на две системы шин и одной обходной при помощи шиносоединительного выключателя ШСВ 220. В ОРУ 220 кВ используются:

- 1) масляный выключатель типа У-220 с приводом ШПЭ-44-II;
- 2) трансформатор тока типа ТГФМ-220;
- 3) трансформатор напряжения типа НКФ-220.

ОРУ 110 кВ подразделено на две системы шин и одной обходной. В ОРУ 110 кВ используются:

- 1) масляный выключатель типа МКП-110;
- 2) разъединитель типа РНДЗ-110 кВ;

					ФЮРА. 130302.006 ПЗ									
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Характеристика подстанции Парабель 220/110/10 кВ				Лит.		Лист		Листов	
Разраб.		Овчинников Д.М.												
Руковод.		Т.Е. Хохлова												
Реценз.														
Консульт.														
					ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А13									



- 3) трансформатор тока ТФЗМ-110Б-1;
- 4) трансформатор напряжения типа НКФ-110.

ЗРУ-10 кВ состоит из тридцати шкафов типа КРУ – 10 кВ серии К-12 завода «электрощит» и предусматривает питание 20 потребителей напряжением 10 кВ. ЗРУ – 10 кВ разделено на две секции шин. Причем ячеек первой секции шин с первой по десятую и часть ячеек второй секции шин с десятой по четырнадцатую распределены по одну сторону ЗРУ, а другие ячейки первой секции шин и второй секции шин с двадцать пятой по тридцатую, а также с шестнадцатой по двадцать четвертую расположены по другую сторону ЗРУ – 10 кВ и запитаны они через переключки, выполненные шинами. Тележки по типу установленного в них оборудования разделяются:

- 1) тележки с выключателями типа ВМПЭ–10 (яч.1,4,5,6,7,10,12,13,44,15,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30);
- 2) тележки с трансформаторами напряжения (яч.8,11);
- 3) тележки с разрядниками (яч. 16,30);
- 4) тележки разъединители (яч. 2,14,9).

На всех тележках устанавливаются следующие общие узлы:

- 1) верхние, нижние подвижные разъединяющие контакты;
- 2) ролики для открытия шторок;
- 3) механизм доводки тележки в рабочее положение;
- 4) механизм фиксации тележки.

Номинальная схема электрических соединений ПС Парабель изображена в приложении А.

В настоящее время ПС Парабель является узловой подстанцией. Подстанция обеспечивает питание:

- 1) ВЛ 220 кВ «Парабель»-«Вертикос»;
- 2) ВЛ 110 кВ «Парабель» -«Лугинецкая»;
- 3) ВЛ 110 кВ «Парабель»-«Парабель-КС».
- 4) ВЛ 10 кВ м-н «Кирзавод»;
- 5) ВЛ 10 кВ НПС УМНЦС;

- 6) ВЛ 10 кВ с. Парабель;
- 7) ВЛ 10 кВ Толмачево, Костарево;
- 8) ВЛ 10 кВ Бугры;
- 9) ВЛ 10 кВ Чигара;
- 10) ВЛ 10 кВ Прокоп, Белка.

Схема электрических соединений до реконструкции ПС «Парабель» изображена в приложении А.

Схема электрических соединений после реконструкции ПС «Парабель» изображена в приложении Б.

### **1.3 Обоснование реконструкции подстанции**

Энергетическое производство обладает рядом характерных особенностей, коренным образом отличающие его от других отраслей народного хозяйства:

- 1) одновременность выработки, распределения и преобразования электрической энергии на всех ступенях и внутри каждой ступени иерархии энергосистем. Всегда существует баланс мощности, а накопление отсутствует;
- 2) сложность и различные скорости большого числа процессов, как в объединениях, так и в энергосистемах и их частях. Здесь можно назвать несколько разнородных по содержанию: волновых, электромагнитных, электромеханических, технических и экономических; тесные и многоплановые связи с другими отраслями народного хозяйства и определяющее влияние энергетики на развитие народного хозяйства в целом.

Постоянное совершенствование научно-технического прогресса предъявляет жесткие требования к энергетике. Развитие энергосистем, усложнение схем и режимов их работы сопровождается совершенствованием средств оперативного и автоматического управления.

За период эксплуатации подстанции Парабель часть оборудования: масляные выключатели, вентильные разрядники, релейная защита и автоматика, физически и морально устарела, а значит, требует к себе с каждым годом всё большего внимания. А также морально и физически устарели автотрансформаторы (год выпуска 1971г.), которые уже проходили капитальный ремонт (в 1996 г.). Увеличивается вероятность внеплановых и аварийных отключений оборудования. Что ведёт к ухудшению качества электроэнергии, к её недоотпуску.

Реконструкция позволит значительно повысить надежность электроснабжения бытовых и промышленных потребителей т.к. в ней предусматривается замена устаревшего оборудования на современное, в частности выключатели будут меньшие по размеру и с большим коммутационным ресурсом. Увеличатся межремонтные сроки капитальных ремонтов, уменьшатся сроки их проведения, уменьшится число внеплановых отключений оборудования и, как следствие, сократится недоотпуск электроэнергии потребителю.

## 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является технико-экономическое обоснование проекта реконструкции подстанции Парабель 220/110/10 кВ. Выбираем более мощные трансформаторы, современные распределительные устройства и коммутационные аппараты. Увеличения мощности необходимо для вновь подключаемых объектов, и увеличение надежности.

### 5.1 Планирование научно-технического проекта

Таблица 5.1 – Состав и структура основных этапов проекта

№ этапа	Наименование этапа	Инженер дней	Руководитель дней
1	Разработка технич. задания	2	1
2	Сбор и изучение литературы, нормативно-технической документации и других материалов	5	1
3	Формулирование возможных направлений решения задач и их сравнительная оценка	6	1
4	Описание электрической схемы	5	1
5	Расчет нагрузок	4	1
6	Расчет токов КЗ	15	1
7	Выбор оборудования	13	2
8	Расчет релейной защиты	10	1
9	Составление пояснительной записке	10	1
Общая трудоёмкость проведения НИР		70	10

					ФЮРА. 130302.006 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ре- сурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Д.М.Овчинников						
Руковод.								
Реценз.								
Консульт.		Л.А.Коршунова				ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А13		

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

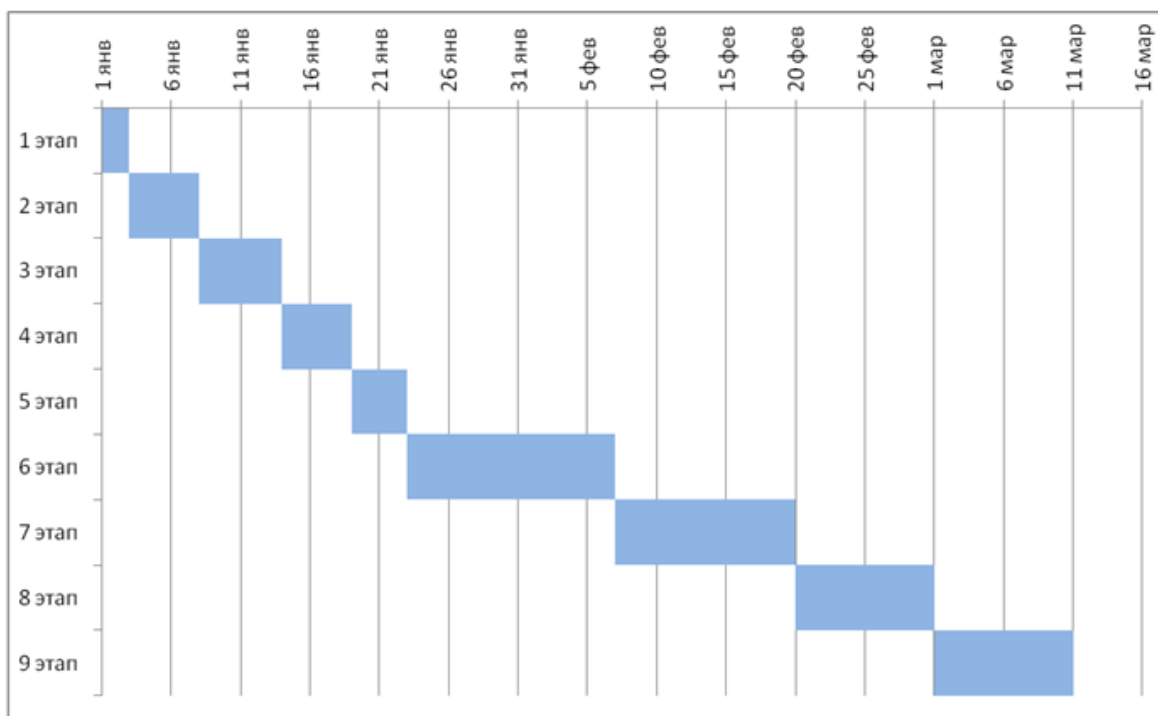


Рисунок 5.1 – Календарный график и график занятости исполнителей

■ - Затраченные дни

## 5.2 Затраты на разработку проекта

При планировании бюджета должно обеспечиваться полное и достоверное отражение всех видов расходов, которые связаны выполнением исследования. В процессе формирования бюджета используются следующие виды затрат:

- материальные затраты;
- оплата труда и заработная плата;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- амортизация;

- прочие расходы;
- накладные расходы.

### 5.2.1 Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся: покупные материалы, а также запасные части для ремонта оборудования, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам. В материальные затраты, не беря в расчет вышеуказанных затрат, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Материальные затраты представлены в таблице().

Таблица 5.2 – Материальные затраты

№	Наименование изделия	Единицы измерения	Количество	Цена единицы изделия, руб.	Общая стоимость изделия, руб.
1	Бумага печатная	пачка	1	191	191
2	Ручки и карандаши	штук	10	25	250
3	Тетради	штук	4	15	60
4	Скобы для степлера	штук	3	13,1	39,3
5	Картридж	штук	1	1000	1000
6	USB-Флешка	штук	1	900	900
Итого:	2440,3 руб.				

### 5.2.2 Заработная плата исполнителей работ

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы.

Тарифная заработная плата  $Z_{\text{тс}}$  находится из произведения тарифной

ставки работника, для инженера и для руководителя, тарифная ставка приведена в таблице:

Таблица 5.3 – Заработная плата по тарифной ставке:

Исполнители	Тарифная ставка
Инженер	19029
Руководитель	26128

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением проекта, включая премии, доплаты и дополнительную заработную плату определяется по формуле:

$$C = C_{\text{та}} \cdot \text{Ож}, \quad (5.1)$$

где  $З_{\text{дн}}$  – заработная плата работника в день;

$T_p$  – продолжительность работ.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}}}{F_{\text{д}}}, \quad (5.2)$$

где  $З_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$F_{\text{д}}$  – количество отработанных дней в месяце, равен 21 день.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} * k_{\text{доп}} * k_p \quad (5.3)$$

где  $З_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для города Томска);

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы, для инженера равен 1,08, для руководителя равен 1,16.

Рассчитаем заработную плату инженера.

Месячный должностной оклад:

$$З_{\text{м}} = 19029 * 1,08 * 1,3 = 26717 \text{ руб.}$$

Дневная заработная плата:

$$З_{\text{дн}} = \frac{26717}{21} = 1272,23 \text{ руб.}$$

Заработная плата:

$$З = 1272,23 * 70 = 89056,66 \text{ руб.}$$

Рассчитаем заработную плату руководителя.

Месячный должностной оклад:

$$З_{\text{м}} = 26128 * 1,16 * 1,3 = 39401 \text{ руб.}$$

Дневная заработная плата:

$$З_{\text{м}} = 26128 * 1,16 * 1,3 = 39401 \text{ руб.}$$

Заработная плата:

$$З = 1876,24 * 10 = 18762,4 \text{ руб.}$$

Общая заработная плата проектировщика и руководителя составляет:

$$З = 89056,66 + 18762,4 = 107819,06 \text{ руб.}$$

### 5.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды

В данном разделе отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам: органы государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ), медицинское страхование (ФФОМС), от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * З_{\text{ЗП}}, \quad (5.4)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2015 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Величина отчислений определяется по формуле:

$$З_{\text{внеб}} = 0,3 * 107819,06 = 32345,71 \text{ руб.}$$



## 5.2.4 Амортизационные отчисления

В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Таблица 5.4 – Затраты на специальное оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.	Срок службы, год
1	Ноутбук SAMSUNG	1	34,6	34,6	5
2	Microsoft Office Professional 2013	1	19,4	19,4	3
3	Microsoft Visio Professional 2013	1	13,9	13,9	3
4	RastrWin 3.0	1	250	250	3
5	Принтер HP	1	4,6	4,6	5
6	Мебель ( стол, стул, шкаф)	3	15,3	15,3	10
Итого:	337,8тыс.руб.				

В связи с длительностью использования, учитывается стоимость программного обеспечения с помощью амортизации:

$$З_A = \frac{\Phi_C \times T_{\text{исп}}}{T_{\text{сл}} \times T_{\text{год}}}, \quad (5.5)$$

где  $\Phi_C$  – общая стоимость,  $T_{\text{исп}}$  – кол. суток работы,  $T_{\text{сл}}$  – срок службы,  $T_{\text{год}} = \text{кол. дней в году}$ .

Амортизация программного обеспечения:

$$З_{\text{Апрогр}} = \frac{283300 \times 70}{3 \times 365} = 18110,50 \text{ руб.}$$

Амортизация оргтехники обеспечения:

$$З_{\text{Акомп}} = \frac{39200 \cdot 70}{5 \cdot 365} = 1503,56 \text{ руб.}$$

Амортизация мебели:

$$З_{\text{Апрогр}} = \frac{15300 \cdot 70}{10 \cdot 365} = 293,42 \text{ руб.}$$

Итого:  $З_{\text{А}} = 19907,48 \text{ руб.}$

### 5.2.5 Прочие расходы

Неучтенные расходы представляют собой некий резерв, который может быть израсходован ввиду каких-либо обстоятельств, определяется по формуле:

$$З_{\text{пр}} = (З_{\text{мз}} + З_{\text{А}} + З_{\text{зп}} + З_{\text{внеб}}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (5.6)$$

где  $З_{\text{мз}}$  – материальные затраты;

$З_{\text{А}}$  – затраты на амортизацию;

$З_{\text{зп}}$  – заработная плата работников;

$З_{\text{внеб}}$  – отчисления во внебюджетные фонды;

$k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий неучтенные расходы. Величина коэффициента неучтенных расходов берется в размере 10%:

$$З_{\text{пр}} = (2440,3 + 19907,48 + 107819,06 + 32345,71) \cdot 0,1 = 16251,25 \text{ руб}$$

### 5.2.6 Накладные расходы

К накладным расходам относятся расходы, дополнительные к основным затратам расходы, необходимые для обеспечения процессов производства, связанные с управлением, обслуживанием, содержанием и эксплуатацией оборудования.

$$З_{\text{накл}} = 3 * 4, \quad (5.7)$$

где 3 - затраты по заработной плате исполнителей.

Накладные расходы, руб.:

$$З_{\text{накл}} = 107819,06 * 4 = 431276,24 \text{ руб.}$$

Для формирования итоговой величины затрат суммируются все ранее рассчитанные затраты по отдельным статьям как в отношении руководителя, так и инженера (дипломника). Определение бюджета затрат на научно-техническое исследование приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Расчет бюджета затрат

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	2440,3
2. Затраты по заработной плате исполнителей	107819,06
3. Отчисления во внебюджетные фонды	32345,71
4. Амортизация	19907,48
5. Прочие расходы	16251,25
6. Накладные расходы	431276,24
7. Итого себестоимость разработки	610040,04
8. Прибыль (п. 7*0,2)	122008,01
9. Договорная цена (п. 7+п. 8)	732048,05

### 5.3 Выбор выключателя

Таблица 5.6 – Технические и экономические показатели выключателей

№ вар-та	Количество и технические данные выключателя	Срок службы	Кол. выключателей	Цена выключателя руб.	Цена Монтажа руб.
1	HD4/GT $U_{ном} = 10\text{кВ}$ , $I_{ном} = 630\text{А}$ , Электродин. стойк. = 65кА, Ток терм. стойк. = 25кА.	25 лет	3	58420	11684
2	VF-12-M-10-25-B-630-02.04-УЗ $U_{ном} = 10\text{кВ}$ , $I_{ном} = 630\text{А}$ , Электродин. стойк. = 63кА, Ток терм. стойк. = 25кА.	30 лет	3	94000	18800

Выбор вариантов произведен по приведенным затратам.

Обоснование выбора варианта производится по показателям сравнительной экономической эффективности, в основе которых лежат капитальные вложения (К) и издержки производства (И). Воспользуемся формулой приведенных затрат (З<sub>пр</sub>):

$$З_{пр} = E_n * K + И, \quad (5.8)$$

где  $E_n$  – приемлемая норма доходности – 0,15;

К – капиталовложения;

И – издержки.

Рассчитаем капиталовложения в сравниваемых вариантах по формуле:

$$K = K_{оборуд} + K_{монтаж} \quad (5.9)$$

где  $K_{оборуд}$  – стоимость оборудования;

$K_{монтаж}$  – затраты на монтаж и отладку оборудования.

Для первого варианта:

$$K = (58420 + 11684) * 3 = 210312 \text{ руб.}$$

Для второго варианта:

$$K = (94000 + 18800) * 3 = 338400 \text{ руб.}$$

Рассчитаем издержки в сравниваемых вариантах по формуле:

$$I = I_{\text{ам}} + I_{\text{обсл}} \quad (5.10)$$

Издержки амортизации выключателей 1 варианта:

$$I_{\text{ам}} = \frac{175260 * 9125}{25 * 365} = 175260 \text{ руб.}$$

Издержки амортизации выключателей 2 варианта:

$$I_{\text{ам}} = \frac{282000 * 9125}{30 * 365} = 235000 \text{ руб.}$$

Издержки на обслуживание в обоих вариантах одинаковые:

$$I_{\text{обсл}} = 50000 \text{ руб.}$$

Издержки для 1 варианта:  $I = 175260 + 50000 = 225260$  руб.

Издержки для 2 варианта:  $I = 235000 + 50000 = 285000$  руб.

Приведенные затраты для первого варианта:

$$Z_{\text{пр}} = 0.15 * 210312 + 225260 = 256806,8 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты для второго варианта:

$$Z_{\text{пр}} = 0.15 * 338400 + 285000 = 335760 \text{ руб.}$$

Таблица 5.7 – Сравнение вариантов

	1 вариант (руб.)	2 вариант (руб.)
Капиталовложения (K)	210312	338400
Издержки (I)	225260	285000
Затраты приведенные (Зпр)	256806,8	335760

Сравнивая два варианта, экономически целесообразным является вариант с минимальными приведенными затратами  $Z_{\text{пр}}$ .

Наименьшими приведенными затратами обладает первый вариант – выключатель HD4/GT.

## 5.4 Смета затрат на оборудование

Капиталовложения в проект реконструкции подстанции складываются из стоимости проектирования, стоимости оборудования и затрат на его монтаж и пуско-наладку определяются по формуле:

$$K = K_{\text{проект}} + K_{\text{обор}} + K_{\text{монтаж}}, \text{ руб.} \quad (5.11)$$

где  $K_{\text{проект}}$  - затраты на выполнение проекта;

$K_{\text{обор}}$  - стоимость оборудования;

$K_{\text{монтаж}}$  - затраты на монтаж и пуско-наладку (примем 10% от стоимости оборудования).

Для начала расчетов этого раздела составим спецификации на устанавливаемое и демонтируемое оборудование

Таблица 5.8 – Спецификация на устанавливаемое оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Единица измерения	Количество, шт.	Марка
1	2	3	4	5
1	Автотрансформатор	компл.	3	АТДЦТН- 125000/220/110
2	Выключатель ВН	компл.	3	HD4/GT
3	КРУ 10 кВ	компл.	1	КУ-10

Таблица 5.9 – Смета на приобретение и монтаж электрооборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Марка, тип	Количество шт.	Составляющие капиталовложений на единицу оборудования, руб.	
				K <sub>об</sub>	K <sub>монт</sub>
1.	Авторансформатор 220	АТДЦТН-125000/220/110	3	45620000	9124000
2.	КРУ 10 кВ	КУ-10	1	689000	137800
3.	Выключатель	HD4/GT	3	58420	11684
Итого:				137724260	27533168

Суммарные капитальные вложения в проект реконструкции ПС Паравель равны:

$$K = 732048,05 + 137724260 + 27533168 = 165989476,05 \text{ руб.}$$

## 6 Социальная ответственность

В данном разделе рассмотрены вопросы охраны и безопасности труда обслуживающего персонала трансформаторной подстанции Парабель 220/110/10 кВ.

Целью данного раздела является выявление и анализ опасных и вредных факторов, имеющих место на объекте, а также разработка мер по уменьшению воздействий опасных и вредных факторов на обслуживающий персонал. Необходимо отметить, что важным вопросом при рассмотрении производственной и экологической безопасности является соблюдение норм и правил, инструкций и других документов, утвержденных в установленном порядке. Подстанция является энергетически важным объектом с установленным высоковольтным оборудованием.

Во время эксплуатации электрооборудование подстанции подвергается атмосферным, электрическим, механическим, тепловым воздействиям. Чтобы обеспечить бесперебойную и безопасную работу подстанции, ее оборудование, строительную часть подвергают периодическим осмотрам, ремонтам и испытаниям.

В связи со вступлением в силу Федерального закона N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» от 28 декабря 2013 г., аттестация рабочих мест претерпела изменения и стала называться «Специальная оценка условий труда». По результатам проведения специальной оценки труда устанавливаются классы условий труда на рабочих местах: оптимальные; допустимые; вредные; опасные.

					ФЮРА. 130302.006 ПЗ									
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата										
Разраб.		Д.М.Овчинников.			Социальная ответственность				Лит.		Лист		Листов	
Руковод.		Т.Е. Хохлова												
Реценз.														
Консульт.		Ю.В.Бородин												
									ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А13					



Законодательная база в этой сфере включает в себя:

Закон №426-ФЗ «О специальной оценке труда»;

Закон №421-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в связи с принятием закона №426-ФЗ»;

Трудовой Кодекс РФ;

ГОСТы по нормативам уровня шума, освещенности, загрязненности и т.д.;

Кодекс об административных правонарушениях РФ.

Во время исследований специалисты измеряют и анализируют 4 фактора:

- 1) *физические*. Оценивается температура в помещениях, вибрация, освещение, магнитные и электрические поля, шум и т.д.;
- 2) *химические*. Это смеси и вещества, которые образуются в ходе химического синтеза;
- 3) *биологическое*. Это различные микроорганизмы, которые содержатся в препаратах;
- 4) *напряженность и тяжесть труда*. Анализируются нагрузки на органы чувств, позвоночник, нервную и другие функциональные системы организма человека.

## **6.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов**

Подстанция является производственным объектом в энергосистеме, на котором находится большое количество оборудования.

*Опасным производственным фактором (ОПФ)* называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению

здоровья. Травма- это повреждение тканей организма и нарушение его функций внешним воздействием. Травма является результатом несчастного случая на производстве, под которым понимают случай действия опасного производственного фактора на работающего при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ.

Опасными производственными факторами на подстанции являются:

- 1) Взрывоопасность и пожароопасность;
- 2) Опасность получения механической травмы;
- 3) Опасность поражения электрическим током.

*Вредным производственным фактором (ВПФ)* называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. Заболевания, возникающие под действием вредных производственных факторов, называются профессиональными.

Вредными производственными факторами на станции являются:

- 1) шум;
- 2) освещенность;
- 3) электромагнитные излучения;
- 4) вредное воздействие климатических условий;
- 5) повышенная напряженность электрического поля.

## **6.2 Техника безопасности**

Электроустановки должны быть в технически исправном состоянии, обеспечивающие безопасные условия труда. В процессе работы оборудования возможны повреждения изоляции, защитных средств, нарушение технологического режима, что может привести к авариям и несчастным случаям с обслуживающим персоналом. Организационные мероприятия, обеспечивающие без-

опасность проведения работ согласно «Межотраслевым правилам охраны труда» (МПОТ):

- 1) оформление работ нарядом или распоряжением;
- 2) допуск к началу работ;
- 3) надзор во время работ;
- 4) оформление перерывов, переводов на другое рабочее место, окончание работ.

Ответственными за безопасное производство работ являются:

- 1) производитель работ;
- 2) наблюдающий;
- 3) члены бригады;
- 4) ответственный руководитель работ, допускающий;
- 5) выдающий наряд, отдающий распоряжение.

В электроустановках напряжением выше 1000 В поражение электрическим током может возникнуть и без непосредственного контакта с токоведущими частями, а лишь при приближении на расстояние равное или меньшее разрядному. Поэтому неизолированные токоведущие части помещают в защитные короба или отгораживают защитными экранами.

Ремонт выключателей 220/110/10 кВ на подстанции Парабель предусмотрен с применением автокрана при частичном снятии напряжения с ОРУ-220 кВ и ОРУ-110 кВ.

Проектом предусмотрены проезды и проходы, выполненные таким образом, чтобы обслуживающий персонал мог производить осмотр электрооборудования без отключения напряжения. Для безопасного производства работ все разъединители имеют стационарные заземляющие ножи.

### 6.3 Производственная санитария

Производственная санитария — это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов (согласно ГОСТ 12.0.002-80). Основными опасными и вредными производственными факторами являются: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная влажность и подвижность воздуха в рабочей зоне; повышенный уровень шума; повышенный уровень вибрации; повышенный уровень различных электромагнитных излучений; отсутствие или недостаток естественного света; недостаточная освещенность рабочей зоны и др.

Производственный микроклимат (**СанПиН 2.2.4.548-96**) – один из основных факторов, влияющих на работоспособность и здоровье человека. Метеорологические факторы, сильно влияют на жизнедеятельность, самочувствие и здоровье человека. Неблагоприятное сочетание факторов приводит к нарушению терморегуляции.

Микроклимат характеризуется:

- температурой воздуха;
- относительной влажностью воздуха;
- скоростью движения воздуха;
- интенсивностью теплового излучения от нагретых поверхностей;

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений представлены в таблице 6.1:

Таблица 6.1 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

- перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3° С;
- перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать:
- при категориях работ Ia и Iб - 4° С;
- при категориях работ IIa и IIб - 5° С;
- при категории работ III - 6° С.
- при температуре воздуха на рабочих местах 25° С и выше максимально допустимые величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы:
  - 70% - при температуре воздуха 25°С;
  - 65% - при температуре воздуха 26°С;
  - 60% - при температуре воздуха 27°С;
  - 55% - при температуре воздуха 28°С.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений указаны в таблицах 6.2 и 6.3:

Таблица 6.2 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин	
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0
	Iб (140-174)	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0
	IIa (175-232)	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0
	IIб (233-290)	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0
	III (более 290)	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0
Теплый	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0
	Iб (140-174)	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0
	IIa (175-232)	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0
	IIб (233-290)	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0
	III (более 290)	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0

Таблица 6.3 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
			Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia (до 139)	15-75	0,1	0,1
	Iб (140-174)	15-75	0,1	0,2
	IIa (175-232)	15-75	0,1	0,3
	IIб (233-290)	15-75	0,2	0,4
	III (более 290)	15-75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	15-75	0,1	0,2
	Iб (140-174)	15-75	0,1	0,3
	IIa (175-232)	15-75	0,1	0,4
	IIб (233-290)	15-75	0,2	0,5
	III (более 290)	15-75	0,2	0,5

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников представлены в таблице 6.4:

Таблица 6.4 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м, не более
50 и более	35
25-50	70
Не более 25	100

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать в зависимости от категории работ следующих величин:

- 1) 25°C - при категории работ Ia;
- 2) 24°C - при категории работ Ib;
- 3) 22°C - при категории работ IIa;
- 4) 21°C - при категории работ IIб;
- 5) 20°C - при категории работ III.

КРУ-10 кВ в части воздействия климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150-69 относятся к климатическому исполнению УХЛ категории размещения 1 и эксплуатируются в следующих условиях:

- 1) высота установки над уровнем моря не более 1000 м.;
- 2) температура окружающего воздуха от минус 60°C до плюс 40°C;
- 3) тип атмосферы I-II по ГОСТ 15150-69;
- 4) степень загрязнения изоляции I-II по ГОСТ 9920-89.

## 6.4 Освещение

На производстве освещенность производственных помещений (нормы которой жестко закреплены законодательно) – один из основополагающих элементов правильной организации труда. Правильная организация освещения помогает одновременно решить несколько задач:



- повышение производительности и качество труда;
- снижение брака;
- снижение травматизма;
- снижение зрительной утомляемости;
- улучшение самочувствия работающих.

При этом вредной для человека является как недостаточная освещенность - возникновение близорукости, снижение реакции, так и чрезмерная. Избыточная яркость и слепящее действие ламп вызывают повышенную утомляемость глаз, при длительном воздействии – резко увеличивается опасность фотожога кожи или глаз, возникновение катаракты. Организация освещения в промышленных условиях – это обеспечение достаточного уровня освещенности на всех рабочих местах с использованием наиболее благоприятного (для организма и глаз) спектра излучения.

Рациональное освещение имеет большое значение в процессе обслуживания электрооборудования подстанций. Неудовлетворительное освещение может искажать информацию: кроме того, оно не только утомляет зрение, но вызывает также утомление всего организма в целом. Для освещения производственных помещений применяют два вида освещения: *естественное* и *искусственное*.

Естественное освещение разделяется на боковое (световые проемы в стенах), верхнее (прозрачные перекрытия или световые фонари) и комбинированное (наличие световых проемов в стенах и в перекрытиях одновременно).

Естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в широких пределах. Эти изменения обуславливаются временем суток, года и метеорологическими факторами: - характер облачности и отражающее свойство поверхности земли.

Для искусственного освещения применяют электрические лампы накаливания и люминесцентные лампы. В настоящее время внедряются и широко

используются светодиодные осветительные приборы, в том числе и в качестве аварийного освещения, что позволяет исключить пульсацию освещения.

Освещение на подстанции подразделяется на рабочее, аварийное и охранное. Рабочее освещение включает в себя общее стационарное, ремонтное и аварийное освещение. Охранное освещение предусматривается по периметру. Ремонтное освещение необходимо выполнять от понижающего трансформатора 12 - 42 В.

**Нормы освещенности производственных помещений в соответствии с ведомственными строительными нормами ВСН 196-83 и СНиП 23-05-2010:**

1) применение ламп накаливания общего назначения для освещения ограничивается законом 261-ФЗ от 23 ноября 2009 года. С 01 января 2011 года не допускается применение для освещения ламп накаливания мощностью 100 Вт и более;

2) для общего и местного освещения следует использовать источники света с цветовой температурой от 2400 °К до 6800 °К. Интенсивность ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 320-400 нм не должно превышать 0,03 Вт/м<sup>2</sup>;

3) наличие в спектре излучения длин волн менее 320 нм не допускается;

4) при наличии в одном помещении рабочих и вспомогательных зон следует предусматривать локализованное общее освещение (при любой системе освещения) рабочих зон и менее интенсивное освещение вспомогательных зон;

5) в производственных помещениях освещенность проходов и участков, где работа не производится, должна составлять не более 25% нормируемой освещенности, создаваемой светильниками общего освещения, но не менее 100 лк.

Нормы освещенности производственных помещений представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 - Нормы освещенности производственных помещений

Наименование цеха, отделения, участка, технологической операции, оборудования, рабочего места	Освещенность, лк		
	при комбинированном освещении		при общем освещении
	общее + местное	общее	
Электромонтажные цехи			
46. Общий уровень освещенности по цеху			200
47. Участок разделки провода, обмоточные операции, сборка приборов и другой электроаппаратуры	1000	150	300
48. Участок монтажа щитков, панелей, пультов, шкафов и т. п.	-	-	200

## 6.5 Электромагнитные поля

В процессе работы на подстанции обслуживающий персонал подвергается отрицательному воздействию электрического поля промышленной частоты.

Электромагнитное излучение от электрических подстанций и ЛЭП нормируется СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». Согласно указанных санитарных правил нормируется санитарно-защитная зона (СЗЗ) от трассы ВЛ — в зависимости от напряжения. СЗЗ для линии электропередачи является территория вдоль трассы высоковольтной линии, в которой напряженность электрического поля превышает 1 кВ/м., следовательно, ДПУ для населения является 1кВ/м.

Для ОРУ рекомендуется установка экранирующих устройств в виде перегородок, навесов, козырьков и т.д. Экранирующие устройства необходимо заземлять.

## **6.6 Производственные шумы**

Основным источником шума в зданиях различного назначения является технологическое и инженерное оборудование (СНиП 23-03-2003 «Защита от шума»).

На подстанции основным источником шума является трансформатор. Для снижения эквивалентного уровня звука до допустимого 75 дБА проектом предусматривается установка шумозащитных перегородок.

В соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ защита от шума, создаваемого на рабочих местах внутренними источниками, а также шума, проникающего извне, осуществляется следующими методами:

- уменьшение шума в самом источнике;
- изоляция источника и поглощение шума;
- применение средств коллективной (ГОСТ 12.1.029-80) и индивидуальной (ГОСТ 12.14.051-87) защиты;
- рациональная планировка рабочего места.

Снижение шума достигается:

- звукоизоляцией ограждающих конструкций;
- Использование экранов;
- Применением глушителей аэродинамических шумов, звукопоглощающей облицовки.

Количественную оценку тяжести и напряженности трудового процесса следует проводить в соответствии с Руководством 2.2.013-94 «Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести, напряженности трудового процесса».

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА представлены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Предельно допустимые уровни звука

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

## 6.7 Пожарная безопасность

Электроприемники систем противопожарной защиты (СПЗ) должны относиться к электроприемникам I категории надежности электроснабжения, за исключением электродвигателей компрессоров, дренажных насосов, насосов подкачки пенообразователя, которые относятся к III категории надежности электроснабжения (СП 6.13130.2013).

Нормы пожарной безопасности Федеральный закон от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

"Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности"

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д.

По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории А<sub>н</sub>, Б<sub>н</sub>, В<sub>н</sub>, Г<sub>н</sub> и Д<sub>н</sub>.

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей 6.7.

Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведенным в табл.1, от высшей (А) к низшей (Д).

Таблица 6.7 – Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5кПа.
Б взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление в помещении, превышающее 5 КПа.
В1-В4 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени горючие га-

	зы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Выбор электрического оборудования для пожароопасных помещений, и наружных установок производится в зависимости от класса помещения, по степени пожарной опасности согласно ПУЭ – 7(от01.01.2003г) гл.7.4.и по Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 23 июня 2014 года.

Для обеспечения взрывопожарной безопасности предусматривается:

- прокладывание кабелей в траншеях, наземных лотках с соблюдением требований и рекомендаций;
- для предотвращения растекания масла и распространения пожара при повреждении трансформатора выполняется сеть маслопроводов со сбросом масла в закрытый маслоприемник, рассчитанный на задержание полного объёма масла одного трансформатора;
- КРУН должно обеспечивать пожарную безопасность. Двери из РУ должны открываться наружу и иметь самозапирающиеся замки, открывающиеся со стороны РУ без ключа.

Строительные конструкции КРУН должны отвечать требованиям СНиП 11-02-96, а также правилам пожарной безопасности (Постановление Правительства Российской Федерации № 390 от 25 апреля 2012 года).

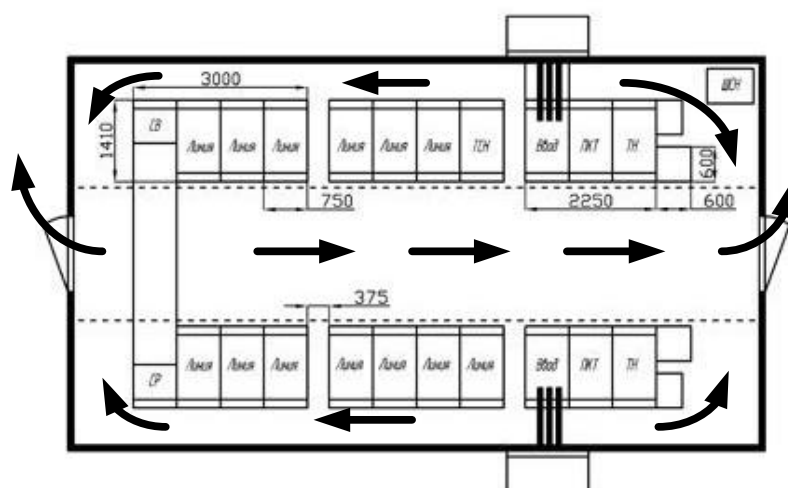


Рисунок 6.1 План эвакуации ЗРУ – 10 кВ (КРУН)

Для помещений, в которых имеется оборудование с открытыми неизолированными токоведущими частями, находящимися под напряжением, при водяном и пенном пожаротушении следует предусматривать автоматическое отключение электроэнергии до момента подачи огнетушащего вещества на очаг пожара (согласно СП 5.13130.2009).

Территория подстанции оборудована пожарными щитами

ЩП-Е – щит предназначается для тушения очагов пожара класса «Е» (горение электроустановок);

В комплект щитов типа ЩП-Е входят два углекислотных огнетушителя ОУ-5 и один порошковый ОП-10 или два порошковых ОП-5 и два хладоновых ОХ-2 огнетушителя. Противопожарное полотно, багор или крюк с деревянной ручкой, совковая лопата. Диэлектрические ножницы, перчатки, боты и коврик. А также ящик с песком. Как видно из комплектации, щиты ЩП-Е предназначены для тушения пожаров, вызванных коротким замыканием, или на территории возгорания имеются электрические линии.



## **6.8 Экологическая безопасность**

При выборе площадки под подстанцию Парабель 220/110/10 кВ максимально учитывалось требование по сохранению окружающей среды и избеганию нанесения ущерба землепользованию. На подстанции отсутствуют постояннодействующие источники загрязнения воздуха. Под площадку выделена земля занятая пашней и не предназначенная под застройку жилыми районами в дальнейшем. С площадки подстанции предусматривается снятие почвенно-растительного слоя толщиной 0,2 м и складирования его для проведения рекультивации малопродуктивных земель и благоустройства подстанции.

В соответствии с п. 2.28 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитная зона предприятий II-III класса должна быть озеленена не менее 50% площади».

Уловленное масло вывозится на регенерацию. Остатки замасленной воды вывозятся в выделенные санэпидстанцией места утилизации.

Для поверхностного стока ливневых вод в районе площадки подстанции предусмотрена сливная канава, укрепленная бетонной стяжкой. Остальные твердые отходы утилизируются как бытовые.

## **6.9 Защита в чрезвычайных ситуациях**

Энергетика является одним из самых ответственных звеньев производственной деятельности и народного хозяйства и при возникновении чрезвычайной ситуации (ЧС) представляет собой важнейшую отрасль в сохранении нормальной жизнедеятельности населения, ликвидации последствий ЧС и восстановлении функционирования всего производства.

Устойчивость работы объектов народного хозяйства в ЧС заключается в разработке и заблаговременном проведении комплекса организационных и ин-

женерно-технических мероприятий, направленных на максимальное снижение возможных потерь и разрушений в ЧС.

Повышение устойчивости функционирования объектов в ЧС возможно при:

- 1) предотвращении производственных аварий;
- 2) снижении возможных потерь от вторичных факторов и стихийных бедствий;
- 3) создании условий для восстановления производства в минимальные сроки;
- 4) обеспечении жизнедеятельности населения.
- 5) Основные причины возникновения ЧС:
- 6) стихийные бедствия и особо опасные инфекции;
- 7) природные факторы, приводящие к старению или коррозии и снижению физических показателей оборудования;
- 8) производственные дефекты, некачественное выполнение строительных работ, низкое качество строительных материалов;
- 9) воздействие технологических процессов на материалы (нагрузки, вибрация, температура, скорость);
- 10) нарушение правил эксплуатации;
- 11) нарушение правил техники безопасности проведения работ;
- 12) низкий профессиональный уровень руководящего состава, специалистов и рабочих.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе решена задача разработки проекта реконструкции подстанции 220/110/10 кВ Парабель для улучшения её функционирования и надежности электроснабжения.

В работе проверена мощность силовых трансформаторов, рассмотрен вопрос о замене устаревших масляных выключателей на более надежные и современные элегазовые. Проведен расчет токов короткого замыкания и на его основе сделан выбор электрооборудования подстанции.

В проекте реконструкции подстанции предложена следующая замена оборудования: автотрансформаторы марки АДЦТН-125000/220/110, силовые выключатели в цепях 110 кВ и 220 кВ марки ВЭБ-110-2000УХЛ1 и ВГБУ –220 – 2000, разъединители в цепях 110 кВ и 220 кВ марки РНД – 110/1000У1 и РНД-220/1000У1, измерительные трансформаторы напряжения марки ЗНОЛ.09-10У3 и ЗНОМ-110-79У1, измерительные трансформаторы тока марки ТВТ 220, ТФЗМ-110Б и ТШЛ-10, ограничители перенапряжения марки ОПН-220ХЛ1, ОПН-110ХЛ1и ОПН-10-2УХЛ1, двух ТСН типа ТСЗ-40.

Рассмотрены вопросы техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, охраны окружающей среды и чрезвычайных ситуаций.

					ФЮРА. 130302.006 ПЗ			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Разраб.		Д.М.Овчинников						
Руковод.		Т.Е. Хохлова						
Реценз.								
Консульт.								
						ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А13		